

---

**Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von  
Stickstoffdünger aus organischen Abfallprodukten**

---

**BESCHREIBUNG**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger aus organischen Abfallprodukten in flüssiger Phase (Suspension, Emulsion, Lösung) sowie zur Hygienisierung der Abfälle bzw. zur Emissionsminderung durch thermische Behandlung unter Verwendung von mineralischen oder organischen Zusätzen.

Es sind zahlreiche Verfahren zur Gewinnung von Düngemitteln aus organischen Abfällen wie frischer und vergorener Gülle, Tierexkrementen, Jauche, Mist oder Klärschlamm bekannt, die sowohl auf die Herstellung des Düngemittels als auch auf die Hygienisierung der Ausgangsprodukte und die Minderung der Emission von Geruchsstoffen und schädlichen Treibhausgasen, insbesondere Ammoniak, gerichtet sind.

So beschreiben DE 196 30 387 A1 und DE 101 20 372 A1 Verfahren zur Herstellung eines Düngemittels aus Gülle mit erheblich verminderter Ammoniakfreisetzung, die auf der chemischen Reaktion von Gülle mit Humus beruhen.

DE 43 04 342 C1 schlägt ein Verfahren zur Herstellung eines Düngemittels auf Basis von Klärschlamm durch Vermischen mit Calciumsulfat vor. In DE 41 19 504 A1 wird ein Verfahren angegeben, einen Kombinationsdünger durch Vermischen von Gülle und/oder Kot mit Gips zu gewinnen.

Nach DE 44 44 726 C1 wird ein Dünger durch Vermischen von Gülle mit Tonmehl und Verfestigen der erhaltenen Masse hergestellt. In DE 196 44 613 C2 wird ein pelletierter Dünger aus Gülle unter Verwendung von CaO-haltigen Rückständen aus Rauchgasreinigungsanlagen vorgeschlagen.

Es sind auch Verfahren wie in DE 40 33 509 A1 bekannt, nach denen flüssige organische Dünger und Brüdenwasser mit biogenen Stoffen wie Stroh, und mineralischen wie Gips zu einem streufähigen Dünger vermischt und anschließend einer thermischen Nachbehandlung bei 70 bis 80 °C unterworfen werden.

In DE 195 47 320 A1 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von ammoniakfreiem und sterilem Vollwertdünger aus biologischen Reststoffen beschrieben, wobei das ausgegorene Material mindestens 1 Stunde auf Siedetemperatur erhitzt und der freigesetzte Ammoniak und andere flüchtige Stoffe mit dem Dampf ausgetragen werden. Nach DE 42 43 918 A1 werden die fermentierte Gülle in einer Kolonne gekocht und die austretenden ammoniakhaltigen Dämpfe in einem Mischkondensator unter Bildung von Ammoniumsalzen kondensiert.

Alle diese Verfahren sind unwirtschaftlich und erfüllen die Ziele des erfindungsgemäßen Verfahrens nur unvollständig. Die Verfahren, die unter Vermischung der Abprodukte mit Zusätzen zu einem Dünger gelangen, müssen diesen in aufwendiger Weise trocknen und konfektionieren. Diejenigen Verfahren, die Ammoniak in der Siedehitze austreiben, müssen die nicht einfache Aufgabe der Brüdenkondensation und Wasserentfernung lösen.

Ziel der Erfindung ist die Emissionsminderung von organischen Abfällen, beispielsweise Gülle, bei gleichzeitiger Herstellung eines hochwertigen Stickstoffdüngers und Umwandlung der Abläufe, insbesondere von Biogasanlagen, in ein umweltfreundliches hygienisch unbedenkliches Trübwasser durch ein wirtschaftliches und technisch einfaches Verfahren.

10 Erfindungsgemäß gelingt dies durch ein Verfahren unter Einsatz organischer Abfallprodukte in flüssiger Phase (Suspension, Emulsion, Lösung) durch thermische Behandlung unter Verwendung von mineralischen oder organischen Zusätzen, bei dem das Abfallprodukt bei 15 Unterdruck auf Temperaturen zwischen 40 ° und 90 °C erhitzt, das dabei entweichende und Kohlendioxid und Ammoniak enthaltende Gas gekühlt und in ein wässriges Absorptionsmittel eingeleitet bzw. mit ihm in Kontakt gebracht wird, der hierbei gebildete Stickstoffdünger 20 ausgetragen und das nicht absorbierte und Kohlendioxid enthaltende Überschussgas in den Ablaufbehälter zurückgepumpt wird, wobei der zu Beginn des Prozesses durch eine Vakuumpumpe erzeugte Unterdruck durch den Verlauf des Prozesses autogen aufrecht erhalten wird.

25 Vorzugsweise wird das nicht absorbierte und Kohlendioxid enthaltende Überschussgas in den Kreislauf zurück geleitet, indem es entweder

- durch das zu behandelnde Abfallprodukt oder
- 30 - direkt oberhalb des zu behandelnden Abfallprodukts oder

- über das Gaskühlsystem oberhalb des zu behandelnden Abfallprodukts oder
  - geteilt und ein Teilstrom durch das Abfallprodukt und ein weiterer Teilstrom
- 5 oberhalb des Abfallprodukts  
eingeleitet wird.

Zweckmäßig wird dabei im Gaskühlsystem eine Temperatur eingestellt, die mindestens 3 und höchstens 15 K unter  
10 der Temperatur im Strippbehälter liegt, während im hinteren Teil die weitere Abkühlung auf 40 °C erfolgt.

Es kann vorteilhaft sein, dem im Kreislauf geführten Überschussgas von außen zusätzlich Kohlendioxid im  
15 Gemisch mit anderen Gasen, z. B. aus Biogasanlagen, zuzusetzen.

Günstig ist es, bei einem Druck von 10 bis 70 kPa zu arbeiten.

20 Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, zunächst auf 10 bis 30 kPa zu evakuieren und dann den Druck auf 40 bis 80 kPa zu erhöhen.

25 Es hat sich auch gezeigt, dass das Verfahren vorzugsweise für die Behandlung tierischer Exkrementen, wie Gülle und Kot, in flüssiger Phase geeignet ist, ohne auf diese beschränkt zu sein. Der Effekt lässt sich auch auf weitere organische Abprodukte, wie Flüssigmist und  
30 stickstoffhaltige Abläufe, übertragen.

Als besonders günstig hat es sich erwiesen, bei Verwendung vergorener Gülle diese bei vermindertem Druck auf 70 bis 85 °C zu erhitzen.

- 5     Dabei kann es von Vorteil sein, die vergorene Gülle vor ihrer thermischen Vakuumbehandlung zu filtrieren. Die nach der thermischen Behandlung zurückbleibende hygienisierte Ablaufgülle kann dann als praktisch geruchloses und an Stickstoffverbindungen abgereichertes
- 10    Trübwasser auf Wiesen und Felder aufgesprüht werden. Die durch das Filtrieren abgetrennten Feststoffe sind gut kompostierbar.

- Als besonders geeignetes wässriges Absorptionsmittel hat
- 15    sich eine Gips-Aufschlammung in Wasser mit einem Feststoffgehalt von 10 Masse% bis 50 Masse% erwiesen. Es ist günstig, diese Suspension zu rühren und am Sumpf des Behälters den gebildeten, ausgefallenen Kalk und Ammonsulfat enthaltenen, Stickstoffdünger regelmäßig
- 20    abzuziehen. Der Dünger kann entweder als Dünnschlamm oder auch nach Trocknung als krümelige Masse oder als Pulver direkt verwendet oder zwischengelagert werden.

- Das erfindungsgemäße Verfahren kombiniert bei der
- 25    Vorzugsvariante eine Entgasung der Abfälle im Vakuum mit einer chemischen Reaktion der entweichenden Gase in einer Suspension eines Mineralmehles. Unerwartet wurde dabei folgender überraschende Effekt gefunden: Erniedrigt man den Atmosphärendruck in einem mit frischer oder
- 30    vergorener Gülle oder Flüssigmist gefüllten Behälter bei gleichzeitigem mäßigen Erwärmen auf 40 °C bis 90 °C, so entweicht aus der Flüssigkeit zunächst Kohlendioxid und

bei etwas höherer Temperatur Ammoniak, ohne dass merkliche Mengen Wasser mit übergehen. Leitet man diese Gase in eine Mineralmehlsuspension, die Calciumverbindungen enthält, so reagieren sie unter Bildung von Kalk und Ammoniumsalzen aber so, dass der Unterdruck erhalten bleibt und die Reaktion autogen weitergeht, wenn die Temperatur im Ablaufbehälter auf dem vorbestimmten Wert aufrecht erhalten wird.

10 Auf diese Weise kann der Ammoniumstickstoff, z. B. aus einer vergorenen Gülle, fast vollständig entfernt werden. Zurück bleibt ein praktisch geruchloses Trübwasser, das nicht mehr gast, aber noch die mineralischen Bestandteile der Gülle, wie Kalium und Phosphat, in Form seiner Verbindungen enthält. Aus der gerührten Suspension in der Vorlage kann der fertige Stickstoffdünger, der neben Ammoniumsalzen Kalk enthält, als konzentrierte Suspension abgezogen werden. Er ist ohne weitere Nachbehandlung einsetzbar.

20 Da die in den Vorlagebehälter eingeleiteten Gase von der wässrigen Mineralmehlsuspension nicht vollständig absorbiert werden, werden sie in den Strippbehälter zurückgeführt und so im Kreislauf geführt.

25 Als wässriges Absorptionsprodukt ist auch eine saure Lösung, insbesondere schwefelsaure Lösung, geeignet. Ebenso ist natürlich auch eine Kombination mit einer Gips-Aufschlammung in Wasser eine zweckmäßige Variante.

30 Es wird ein auffallend besseres Ergebnis erhalten, wenn die in den Vorlagebehälter eingeleiteten Gase in den

Strippbehälter zurückgeführt und so im Kreislauf geführt werden. Diese Kreislaufführung des Überschussgases ist wesentliches Merkmal der Erfindung.

5 Die Vorrichtung besteht aus den folgenden wesentlichen Teilen:

- Strippbehälter für Erwärmung unter Unterdruck (1)
- Vorlagebehälter für Reaktion in heterogener Phase (2)
- Wärmespeicher (Thermosyphon) zum Wärmetausch (3)
- 10 • Vakuumpumpe (4)
- Heizwasserpumpe (5)
- Umlaufventilator (6)
- Rührer (7)
- sowie an sich bekannten Rohrleitungen, Absperrorganen
- 15 und der
- Mess- und Regelungstechnik.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger besteht darin, dass

- 20 - die Vorrichtung ein zusätzliches Gaskühlsystem mit aufsteigender Trennsäule und absteigendem Kühler und
- zusätzliche Rohrleitungen und Kugelhähne enthält, damit das Kreislaufgas
- 25 - ganz oder teilweise in den Strippbehälter oberhalb des Abfallprodukts oder
- über das Kühlsystem in den Vorlagebehälter oder
- teilweise in den Strippbehälter in das Abfallprodukt
- 30 eingeleitet werden kann, wobei die Restströme bei Teilung des Kreislaufgases wahlweise in die zwei übrigen der bezeichneten Zuflussstellen eingeleitet werden.

Das Verfahren und die Vorrichtung zeichnen sich durch geringe Investitions- und Betriebskosten aus und vermeiden Gefahren für Mensch und Umwelt. Das Verfahren  
5 hat minimalen Stromverbrauch, da der Unterdruck im System erhalten bleibt, wenn er einmal durch die Vakuumpumpe erzeugt wurde. Die nötige Prozesswärme wird weitgehend durch die Blockheizkraftwerk(BHKW)Abwärme der vorgeschalteten Biogasanlage bereit gestellt. Weitere  
10 Chemikalien wie etwa Säuren oder Laugen werden in der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung nicht benötigt. Die für das Verfahren erforderliche Anlage ist leicht zu bedienen und kann als Batchprozess aber auch kontinuierlich betrieben werden.

15 Die Erfindung wird durch nachfolgende Beispiele näher beschrieben und die dafür erforderliche Vorrichtung in drei bevorzugten Varianten (in Beispiel 1 ausgewiesen) und zwei Spezialfälle (in Beispiel 2 und 3 beschrieben)  
20 näher dargestellt, ohne darauf beschränkt zu sein.



**BEISPIELE****Beispiel 1**

5

Fig. 1 zeigt beispielhaft das Schema einer solchen Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger, wie in Beispiel 1 näher beschrieben.

10

Darin bedeuten:

- 1 Strippbehälter für Erwärmung unter Unterdruck
- 2 Vorlagebehälter für Reaktion in heterogener Phase
- 3 Wärmespeicher (Thermosyphon) zu Wärmeaustausch
- 15 4 Vakuumpumpe
- 5 Heizwasserpumpe
- 6 Umlaufventilator
- 7 Rührer
- 8 Wärmeüberträger
- 20 9 Zufuhr von Ablauf
- 10 Ausgang des Heizwassers
- 11 Leitung für Rücklauf des Heizwassers
- 12 Leitung für Strippgas
- 13 Leitung für Rücklaufgas
- 25 14 Kugelhahn
- 15 Kugelhahn
- 16 Austrag Rückstand
- 17 Austrag Stickstoffdünger
- 18 Aufsteigender Teil des Kühlsystems (Trennsäule)
- 30 19 Absteigender Teil des Kühlsystems (Kühler)
- 20-22 Kugelhähne für Rücklaufgas
- 23 Absperrhahn

Die als Beispiel 1 ausgewählte Anlage arbeitet im Batchbetrieb. Der Wärmespeicher (3), der beispielhaft als Schichtenspeicher (Thermosyphon) ausgebildet ist, dient der Zwischenspeicherung der Wärme des behandelten Ablaufs zur Aufheizung des frisch eingefüllten flüssigen Abfallproduktes, im Beispiel wurden 250 Liter vergorene Gülle (Ablauf) verwendet. Das Wasser im Wärmespeicher wird durch behandelten Ablauf vorgeheizt und durch Abwärme eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) über den Wärmeüberträger (8) nachgeheizt, so dass am Speicherkopf ständig eine Temperatur von 90 °C anliegt.

Anfahren des Batchprozesses

Der frische Ablauf wird an der Stelle (9) in den Strippbehälter (1) eingefüllt. Nach dem Verschließen des Behälters erfolgt die Aufheizung mittels Heizwasser, das direkt am Kopf des Schichtenspeichers an der Stelle (10) entnommen wird, auf eine Temperatur von ca. 80 °C. Der Rücklauf des Heizwassers wird dem Wärmespeicher (3) über die Leitung (11) mittels der Heizwasserpumpe (5) wieder zugeführt und somit in der entsprechenden Temperaturzone wieder eingeschichtet.

Bei Erreichen der Betriebstemperatur wird über eine geregelte Vakuumpumpe (4) im gesamten System ein Druck von 400 mbar eingestellt, wobei die Druckabsenkung langsam und stetig durchzuführen ist. Ist dieser Druck erreicht, wird der Umlaufventilator (6) in Betrieb genommen, so dass das Strippgas mit definiertem Gasdurchsatz aus dem Strippbehälter (1) über die Leitung (12) abgesaugt sowie Rücklaufgas aus dem Vorlagebehälter

(2) dem Strippprozess über die Leitung (13) zugeführt wird, wobei mit Hilfe der Kugelhähne 20 bis 22 drei bevorzugte Varianten der erfindungsgemäßen Kreislaufgasführung gewählt werden können:

5

Variante A: Kugelhahn 21 wird geöffnet, während 20 und 22 geschlossen bleiben. Dann fließt das Kreislaufgas vollständig oberhalb des Abfallproduktspiegels in den Strippbehälter (1) ein.

10

Variante B: Kugelhahn 21 bleibt geschlossen, die Kugelhähne 20 und 22 werden teilweise geöffnet, so dass ein Teil des Kreislaufgases durch das Abfallprodukt strömt, während der Rest zwischen der Kolonne (3) und Kühler (4) in den Prozess zurückgeführt wird.

15

Variante C: Der Kugelhahn 20 wird geöffnet, und die Kugelhähne 21 und 22 bleiben geschlossen. Dann fließt das Kreislaufgas vollständig in der bezeichneten Mitte des Kühlsystems in den Prozess zurück.

20

#### Ablauf des Batchprozesses

Während des Batchprozesses werden Temperatur und Druck im Strippbehälter (1) durch Zu- und Abschalten der Heizwasserpumpe (5) bzw. der Vakuumpumpe (4) auf ca. 80 °C und 400 bis 500 mbar gehalten.

25

Unter diesen Bedingungen werden im Laufe von etwa 2 Stunden aus dem Ablauf zunächst CO<sub>2</sub> und danach Ammoniak ausgetrieben, im Kreislaufprozess umgesetzt und in der nachgeschalteten Vorlage ausgewaschen.

30

Mit dem dort vorgelegten Mineralmehl, für das beispielhaft Gips verwendet wurde, setzen sich die Reaktionsprodukte zu Kalk und Ammoniumsulfat um, wobei  
5 die nicht gelösten Mineralmehl- und Kalkpartikel durch den Rührer (7) in Suspension gehalten werden. Die Rührgeschwindigkeit ist so zu wählen, dass keine Verstopfung von Zu- und Abflüssen durch ausgefallenen Kalk auftritt.

10

Die Masse des ausgetriebenen Ammoniaks beträgt ca. 850 g pro Batchprozess. Diese setzen ca. 3,4 kg Gips um, der vorher in 10 l Vorlagewasser suspendiert wurde.

15

Als Reaktionsprodukte entstehen ca. 2,5 kg Kalk und 3,3 kg Ammoniumsulfat in wässriger Phase. Beide Substanzen können ohne weitere Nachbehandlung als Düngemittel verwendet werden.

20

#### Abfahren des Batchprozesses

Nach weitestgehender Ausgasung des Ammoniaks aus dem Ablauf wird die durch den Umlaufventilator angetriebene  
25 Gaszirkulation außer Betrieb genommen. Das System wird belüftet.

Die Abkühlung des behandelten Ablaufs erfolgt, indem durch Schließen des Kugelhahnes (14) und Öffnen des Kugelhahnes (15) im Heizkreislauf nunmehr kaltes  
30 Speicherwasser, welches im unteren Teil des Wärmespeichers entnommen wird,

durch den Wärmetauscher des Strippbehälters geführt wird. Die Wärme des behandelten Ablaufs wird auf diese Weise an das kalte Speicherwasser abgegeben. Das erwärmte Speicherwasser wird wiederum dem Speicher über den Thermosyphon zugeführt und in der Zone entsprechender Temperatur in den Wärmespeicher eingeschichtet.

Nach Abkühlung des behandelten Ablaufs wird der Strippbehälter an der Stelle (16) entleert und steht für die nächste Befüllung zur Verfügung. Aus dem Vorlagebehälter wird nach jedem Batchprozess (vor dem Neuaufbau des Vakuums für den nächsten Prozess) der Sumpf an der Stelle (19) über den Hahn (23) abgezogen und eine neue Gipssuspension eingegeben.

## Beispiel 2

Die Erfindung ist auch durch die in diesem Beispiel 2 näher beschriebenen Spezialfall realisierbar, der den Vorteil einer etwas einfacheren und schnelleren Durchführung aufweist, aber nicht für alle Anwendungen optimal geeignet ist.

Fig. 2 zeigt beispielhaft das Schema einer solchen speziellen Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger.

Darin bedeuten:

Durchgezogene Linie:	Gaskreislauf
Strichpunktierte Linie:	Heizwasserkreislauf
Strichlierte Linie:	Stoffflüsse

- 1 Strippbehälter für Erwärmung unter Unterdruck  
2 Vorlagebehälter für Reaktion in heterogener Phase  
5 3 Wärmespeicher (Thermosyphon) zu Wärmeaustausch  
4 Vakuumpumpe  
5 Heizwasserpumpe  
6 Umlaufventilator  
7 Rührer  
10 8 Wärmeüberträger  
9 Zufuhr von Ablauf  
10 Ausgang des Heizwassers  
11 Leitung für Rücklauf des Heizwassers  
12 Leitung für Strippgas  
15 13 Leitung für Rücklaufgas  
14 Kugelhahn  
15 Kugelhahn  
16 Austrag Rückstand  
17 Austrag Stickstoffdünger

20

Die als Spezialfall dargestellte Anlage des Beispiels 2 arbeitet wiederum im Batchbetrieb. Der Wärmespeicher (3), der beispielhaft als Schichtenspeicher (Thermosyphon) ausgebildet ist, dient der Zwischenspeicherung der Wärme des behandelten Ablaufs zur Aufheizung des frisch eingefüllten flüssigen Abfallproduktes. Im Beispiel wurden 250 Liter vergorene Gülle (Ablauf) verwendet. Das Wasser im Wärmespeicher wird durch behandelten Ablauf vorgeheizt und durch BHKW-Abwärme über den Wärmeüberträger (8) nachgeheizt, so dass am Speicherkopf ständig eine Temperatur von 90 °C anliegt.

Das Anfahren, der Ablauf und das Abfahren des Batchprozesses erfolgen analog wie in Beispiel 1.

5

### Beispiel 3

Das Verfahren wird wiederum im Batchbetrieb nach dem in Beispiel 1 dargestellten Schema durchgeführt, aber mit den im folgenden dargestellten Modifikationen.

Der frische Ablauf wird an der Stelle 9 in den Strippbehälter (1) eingefüllt. Nach dem Verschließen des Behälters erfolgt die Aufheizung mittels Heizwasser, das direkt am Kopf des Wärmespeichers (3) an der Stelle (10) entnommen wird, zunächst auf eine Temperatur von 70 - 75 °C. Der Rücklauf des Heizwassers wird dem Wärmespeicher (3) über die Leitung (11) mittels der Heizwasserpumpe (5) wieder zugeführt und somit in der entsprechenden Temperaturzone wieder eingeschichtet.

Noch vor Erreichen der Betriebstemperatur wird über eine geregelte Vakuumpumpe (4) im gesamten System ein Druck von > 400 mbar eingestellt. Ist der Enddruck erreicht, wird der Umlaufventilator (6) in Betrieb genommen, so dass das Strippgas mit definiertem Gasdurchsatz aus dem Strippbehälter (1) über die gekühlte Leitung (12) abgesaugt sowie Rücklaufgas aus dem Vorlagebehälter (2) dem Strippbehälter über die Leitung (13) zugeführt wird.

30

Während des Batchprozesses wird die Temperatur im Strippbehälter (1) durch Zu- und Abschalten der Heiz-

wasserpumpe (5) konstant auf 75-80 °C gehalten, während der Druck langsam auf 400 - 500 mbar steigt.

- 5      Unter diesen Bedingungen werden im Laufe von etwa 2  
Stunden aus dem Ablauf zunächst CO<sub>2</sub> und danach Ammoniak  
ausgetrieben und in der nachgeschalteten Vorlage  
ausgewaschen. In der Vorlage befindet sich eine  
Suspension aus 2,75 kg REA-Gips in 8 Liter Wasser, die  
mit 2 Liter einer 20%igen Schwefelsäure versetzt wurde.  
10     Die Masse des ausgetriebenen Ammoniaks beträgt ca. 850 g  
pro Batchprozess. Als Reaktionsprodukte entstehen ca. 2  
kg Kalk und 3,3 kg Ammoniumsulfat in wässriger Phase.  
Beide Substanzen können ohne weitere Nachbehandlung als  
Düngemittel verwendet werden.  
15     Die nicht gelösten Mineralmehl- und Kalkpartikel werden  
durch den Rührer (7) in Suspension gehalten. Die  
Rührgeschwindigkeit ist so zu wählen, dass keine  
Verstopfung von Zu- und Abflüssen durch ausgefallenen  
Kalk auftritt.



**PATENTANSPRÜCHE**

1. Verfahren zur Gewinnung von Stickstoffdünger aus  
5 organischen Abfallprodukten  
in flüssiger Phase sowie zur Hygienisierung der  
Abfälle und zur Emissionsminderung durch thermische  
Behandlung unter Verwendung von mineralischen oder  
organischen Zusätzen, dadurch gekennzeichnet, dass das  
10 Abfallprodukt bei Unterdruck auf Temperaturen zwischen  
40 ° und 90 °C erhitzt, das dabei entweichende und  
Kohlendioxid und Ammoniak enthaltende Gas gekühlt und  
in ein wässriges Absorptionsmittel eingeleitet bzw.  
mit ihm in Kontakt gebracht, der hierbei gebildete  
15 Stickstoffdünger ausgetragen und das nicht absorbierte  
und Kohlendioxid enthaltende Überschussgas in den  
Prozess zurückgeleitet wird, wobei der zu Beginn des  
Prozesses durch eine Vakuumpumpe erzeugte Unterdruck  
durch den Verlauf des Prozesses autogen aufrecht  
20 erhalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass das nicht absorbierte und Kohlendioxid  
enthaltende Überschussgas in den Kreislauf zurück  
25 geleitet wird, indem es entweder
- durch das zu behandelnde Abfallprodukt oder
  - direkt oberhalb des zu behandelnden Abfallprodukts  
oder
  - über das Gaskühlsystem oberhalb des zu behandelnden  
30 Abfallprodukts oder

- geteilt und ein Teilstrom durch das Abfallprodukt und ein weiterer Teilstrom oberhalb des Abfallprodukts eingeleitet wird.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass im vorderen Teil des Gaskühlsystems eine Temperatur eingestellt wird, die mindestens 3 und höchstens 15 K unter der Temperatur im Strippbehälter liegt, während im hinteren Teil die weitere Abkühlung auf 40 °C erfolgt.

10

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass dem im Kreislauf geführten Überschussgas von außen zusätzlich Kohlendioxid im Gemisch mit anderen Gasen zugesetzt wird.

15

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Druck von 30 bis 70 kPa gearbeitet wird.

20

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst auf den Druck von 10 bis 30 kPa evakuiert und der Druck dann auf 40 bis 80 kPa erhöht wird.

25

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Abfallprodukt vergorene Gülle verwendet und diese unter vermindertem Druck auf 70 bis 85 °C erhitzt wird.

30

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vergorene Gülle vor ihrer thermischen Vakuumbehandlung in an sich bekannter Weise filtriert und die nach der thermischen Behandlung entstandene hygienisierte Ablaufgülle als praktisch geruchloses und an Stickstoffverbindungen abgereichertes Trübwasser auf Wiesen und Felder aufgesprüht wird, während die durch das Filtrieren abgetrennten Feststoffe kompostiert werden.

10

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass als wässriges Absorptionsmittel eine schwefelsaure Lösung und/oder eine Gips-Aufschlammung mit einem Feststoffgehalt von 10 Masse% bis 50 Masse% verwendet wird, wobei letztere in einem Vorlagegefäß gerührt und das ausgefallenen Kalk und Ammonsulfat enthaltende Produkt aus dem Behälter abgenommen wird.

15

10. Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, bestehend aus folgenden wesentlichen Teilen

20

- Strippbehälter für Erwärmung unter Unterdruck,
- Vorlagegefäß für Reaktion in heterogener Phase,
- Wärmespeicher zum Wärmeaustausch,
- Vakuumpumpe,
- Heizwasserpumpe,
- Umlaufventilator,
- Rührer,

25

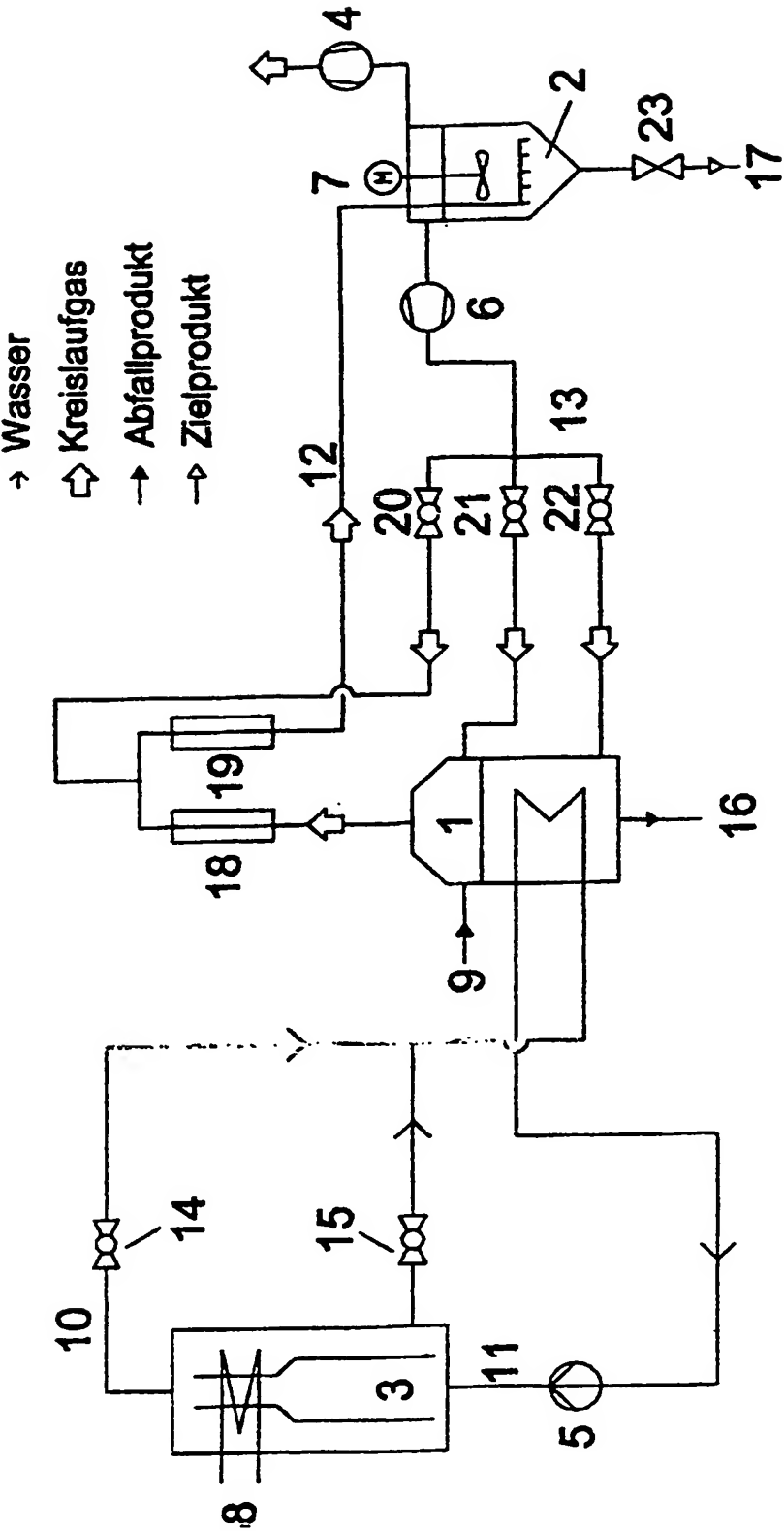
um damit die Kreislaufführung zu sichern, sowie an sich bekannten Rohrleitungen, Absperrorganen und der Meß- und Regelungstechnik.

30

11. Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass

- 5       - die Vorrichtung ein zusätzliches Gaskühlsystem mit aufsteigender Trennsäule und absteigendem Kühler und
- zusätzliche Rohrleitungen und Kugelhähne enthält, damit das Kreislaufgas
- 10       - ganz oder teilweise in den Strippbehälter oberhalb des Abfallprodukts oder
- über das Kühlsystem in den Vorlagebehälter oder
- teilweise in den Strippbehälter in das Abfallprodukt eingeleitet werden kann, wobei die Restströme bei
- 15       Teilung des Kreislaufgases wahlweise in die zwei übrigen der bezeichneten Zuflussstellen eingeleitet werden.

Figur 1  
Schema der Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger



**Figur 2**  
**Spezielle Vorrichtung zur Gewinnung von Stickstoffdünger**

